

VŠB- Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Návrh úprav na křižovatce silnic II/490 a II/492 (Biskupice)

Design of Modifications for Intersection of Roads II/490 and II/492
(Biskupice)

Student:

Kateřina Juríková

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **Kateřina Juríková**
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3647R020 Dopravní stavby
Téma: **Návrh úprav na křižovatce silnic II/490 a II/492 (Biskupice)**
Design of Modifications for Intersection of Roads II/490 and II/492
(Biskupice)

Zásady pro vypracování:

Práce bude obsahovat dopravní průzkumy (intenzity, směrování a složení dopravních proudů) a bude provedena podrobná videoanalýza konfliktních situací. Na základě těchto průzkumů bude proveden návrh úprav organizace a řízení za účelem zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. Součástí návrhu budou kapacitní výpočty, výkresová dokumentace, ověření průjezdnosti vlečnými křivkami a simulace provozu v programu PTV VISSIM.

Seznam doporučené odborné literatury:

Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy II*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8

Technické podmínky TP 81. Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích. 2. vyd., Brno: Centrum dopravního průzkumu Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9

Technické podmínky TP 135. Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích. Ostrava: V-projekt, Ministerstvo dopravy a spojů České republiky, 2005

Technické podmínky TP 188. Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek. Liberec: EDIP. Nakladatelství Koura publishing. 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9

ČSN 736102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*

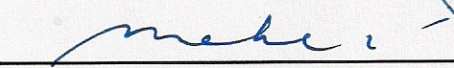
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

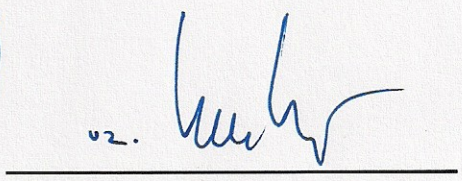
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 31. 10. 2011

Datum odevzdání: 30. 04. 2012




doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Darja Kubečková Skulinová, Ph.D.
děkanka fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

.....

Podpis studenta

Anotace

JURÍKOVÁ, Kateřina. *Návrh úprav na křižovatce silnic II/490 a II/492 (Biskupice)*. Ostrava, 2012. 56 s. Bakalářská práce. VŠB-TU Ostrava.

Cílem bakalářské práce je navrhnout bezpečnostní úpravy křižovatky silnic II/490 a II/492 u obce Biskupice u Luhačovic. V analytické části se zabývám stávajícím stavem a jeho charakteristikou (dopravní vztahy, kategorie komunikací, dopravní značení apod.), také sem patří vyhodnocení dopravního průzkumu, výpočty intenzit a kapacity křižovatky nyní a výhledově. Ve druhé části práce jsou zpracovány informace o stávajícím stavu a návrh vhodného budoucího uspořádání pro zvýšení bezpečnosti i kapacity v křižovatce. V závěru práce zhodnotím celkovou situaci na křižovatce a vhodné úpravy.

Klíčová slova: dopravní průzkum, intenzita dopravního proudu, kapacita křižovatky, návrh a kapacita okružní křižovatky.

Anotation

JURÍKOVÁ, Kateřina. *Design of Modifications for Intersection of Roads II/490 and II/492 (Biskupice)*. Ostrava, 2012. 56 s. Bachelor thesis. VŠB- TU Ostrava.

The aim of this Bachelor thesis is to design security arrangements in intersection of roads II/490 and II/492 near the village Biskupice u Luhačovic. The analytical part deals with the current situation and its characteristics (transport links, categories, traffic signs, etc.), this includes also the evaluation of the transport survey, intensity and capacity calculations of intersection now and in the future. In the second part of the work draws on information about the current situation and proposal for an appropriate future arrangement to increase safety and capacity in a crossroads. The conclusion will evaluate the general situation at the intersection and appropriate adjustments.

Keywords: transport survey, intensity of traffic flow, intersection capacity, design and capacity of roundabout.

OBSAH BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | |
|---|-----------|
| SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A ZNAČENÍ..... | 8 |
| 1. ÚVOD..... | 12 |
| 2. ANALÝZA STÁVAJÍCÍ SITUACE | 13 |
| 2.1 Popis a poloha křižovatky | 13 |
| 2.2 Dopravní vztahy | 14 |
| 2.3.1 Vyhodnocení výsledků dopravního průzkumu | 16 |
| 2.3.2 Stanovení intenzit | 17 |
| 2.3.3 Stanovení intenzity ve špičkové hodině | 22 |
| 2.3.4 Stanovení padesátirázové hodinové intenzity dopravy | 23 |
| 2.4 Výpočet kapacity neřízené křižovatky | 25 |
| 2.4.1 Stanovení výhledové intenzity v roce 2031 | 25 |
| 2.4.2 Intenzity nadřazených proudů..... | 27 |
| 2.4.3 Hodnoty kritických a následných odstupů..... | 28 |
| 2.4.4 Základní kapacita | 29 |
| 2.4.5 Skutečná kapacita společných pruhů..... | 31 |
| 2.4.6 Stanovení úrovně kvality dopravy pro rok 2011 a 2031 | 32 |
| 2.5 Folprechtova videoanalýza konfliktních situací..... | 34 |
| 2.6 Umístění zastávek autobusové dopravy | 39 |
| 3. NÁVRHY ŘEŠENÍ KŘÍŽOVATKY | 40 |

| | |
|--|-----------|
| 3.1 Stávající stav | 40 |
| 3.1.1 Popis stávajícího stavu | 40 |
| 3.1.2 Orientační propočet nákladů | 41 |
| 3.2 Okružní křižovatka | 42 |
| 3.2.1 Návrh okružní křižovatky | 42 |
| 3.2.2 Kapacitní výpočty | 43 |
| 3.2.3 Orientační propočet nákladů | 46 |
| 4. ZÁVĚR..... | 48 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 51 |
| SEZNAM TABULEK..... | 52 |
| SEZNAM PŘÍLOH | 54 |

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A ZNAČENÍ

| <i>Zkratka</i> | <i>Význam</i> |
|----------------|--------------------------------|
| A | Autobus |
| C | Cyklista |
| ČSN | Česká technická norma |
| KS | Konfliktní situace |
| M | Motocykl |
| MJ | Měrná jednotka |
| N | Nákladní vozidlo |
| O | Osobní automobil |
| OK | Okružní křižovatka |
| pvoz | Přepočtené vozidlo |
| ŘSD | Ředitelství silnic a dálnic |
| S | Silnice |
| SSZ | Světelné signalizační zařízení |
| TNV | Těžká nákladní vozidla |
| TP | Technické podmínky |
| ÚKD | Úroveň kvality dopravy |
| VHD | Veřejná hromadná doprava |
| voz | Vozidlo |

| <i>Symbol</i> | <i>Význam</i> | <i>Jednotka</i> |
|----------------------|--|------------------------|
| a_v | stupeň vytížení | [-] |
| b | vzdálenost mezi kolizními body na výjezdu z okružního pásu a vjezdem na okružní jízdní pás | [m] |
| C_e | kapacita výjezdu | [pvoz/hod] |
| C_i | kapacita vjezdu | [pvoz/hod] |
| D | vnější průměr okružní křižovatky | [m] |
| d_p | délka přechodu pro chodce na výjezdu | [m] |
| C_n | kapacita jízdního pruhu n-tého dopravního proudu | [pvoz/hod] |
| $C_{n,n,n}$ | kapacita společného pruhu | [pvoz/hod] |
| G_n | základní kapacita dopravního proudu | [pvoz/hod] |
| I | hodinová intenzita dopravy | [voz/hod] |
| I_d | denní intenzita dopravy dne průzkumu | [voz/den] |
| $I_{n,rok}$ | intenzita nadřazeného proudu v daném roce | [voz/hod] |
| $I_{i,j}$ | návrhová intenzita dopravy dopravního proudu i,j | [pvoz/hod] |
| $I_{k,rok}$ | návrhová intenzita dopravy na jednotlivých ramenech | [pvoz/hod] |
| I_m | intenzita dopravy v době průzkumu | [voz/průz.] |
| I_n | intenzita jízdního pruhu n-tého proudu | [pvoz/hod] |
| I_{sh} | intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den | [voz/hod] |
| I_t | týdenní průměr denních intenzit | [voz/den] |
| I_d | intenzita dopravy za 1 den | [pvoz/den] |
| I_{50} | padesátirázová hodinová intenzita dopravy | [voz/hod] |
| I_v | výhledová intenzita vozidel v roce 2031 | [voz/hod] |

| | | |
|---------------|---|-------------|
| $k_{d,t}$ | přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy | [-] |
| $k_{m,d}$ | přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu | [-] |
| $k_{0,i}$ | koeficient vývoje intenzit dopravy pro rok 2011 a danou skupinu vozidel | [-] |
| $k_{p,i}$ | koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel | [-] |
| k_R | relativní konfliktnost | [KS/100voz] |
| $k_{RPDI,sh}$ | koeficient špičkové hodiny intenzity dopravy | [-] |
| $k_{t,RPDI}$ | přepočtový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy | [-] |
| $k_{v,i}$ | koeficient vývoje intenzit dopravy pro rok 2031 a danou skupinu vozidel | [-] |
| $N_{95\%}$ | stanovení délky front vozidel | [m] |
| n_e | počet pruhů na výjezdu | [-] |
| $n_{e,kof}$ | koeficient zohledňující počet pruhů na výjezdu | [-] |
| n_i | počet pruhů na vjezdu | [-] |
| $n_{i,kof}$ | koeficient zohledňující počet pruhů na vjezdu | [-] |
| n_k | počet jízdních pruhů na okruhu | [-] |
| p_i^d | podíl hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy | [%] |
| p_i^r | podíl denní intenzity dopravy v měsíci i roce na ročním průměru denních intenzit dopravy | [%] |
| p_i^t | podíl denních intenzit dopravy dne průzkumu i na týdenním průměru denních intenzit dopravy | [%] |
| p_{ks} | počet KS za hodinu | [KS/hod] |

| | | |
|------------|---|-----------|
| $p_{o,n}$ | pravděpodobnost nevzdutého stavu dopravního proudu | [-] |
| $p_{x,n}$ | pravděpodobnost současného nevzdutého stavu nadřazeného dopravního proudu | [-] |
| $p_{z,n}$ | pravděpodobnost současného nevzdutí stavu dopravních proudů | [-] |
| Rez | rezerva kapacity jízdního pruhu | [voz/hod] |
| R_e | poloměr výjezdu | [m] |
| R_i | poloměr vjezdu | [m] |
| $RPDI$ | roční průměr denních intenzit | [voz/den] |
| t_g | kritický časový odstup | [s] |
| t_f | následný časový odstup | [s] |
| Δ | minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou | [s] |
| t_w | střední doba zdržení | [s] |
| v | rychlost | [m/s] |
| $v_{85\%}$ | rychlostní charakteristika dopravního proudu; vyjadřuje rychlost, kterou nepřekračuje 85% vozidel | [km/h] |

1. ÚVOD

Má bakalářská práce se zabývá návrhem úprav křižovatky silnic II/490 a II/492 u obce Biskupice u Luhačovic. Daná křižovatka je sice stykem dvou silnic II. třídy, nicméně vzhledem k nedostatečnému řešení celkové dopravní infrastruktury Zlínského kraje a jeho návaznosti na okolní síť silnic I. třídy, rychlostních silnic a dálnic a také díky své poloze patří mezi důležitý spojovací bod mezi Uherským Brodem a Zlínem, stejně jako mezi Uherským Brodem a např. Vsetínem či Valašským Meziříčím. Tato města patří mezi větší a mají i vlastní výrobu, kterou je nutné převážet a proto dochází k dopravní zátěži průjezdních měst a tím i k zátěži této křižovatky ležící mezi nimi.

Cílem práce je zhodnotit mnou provedený dopravní průzkum, stávající stav a jeho možné využití pro další roky. Provedu kapacitní výpočty pro rok 2011 a rok 2031 pro zjištění, zda křižovatka bude na výhledovou kapacitu vyhovovat a podle tohoto i pro zvýšení bezpečnosti navrhnu vhodné úpravy. Pomocí vlečných křivek ověřím průjezdnost křižovatky ve stávajícím i navrženém stavu, taktéž pro každou variantu provedu simulaci provozu v PTV VISSIM.

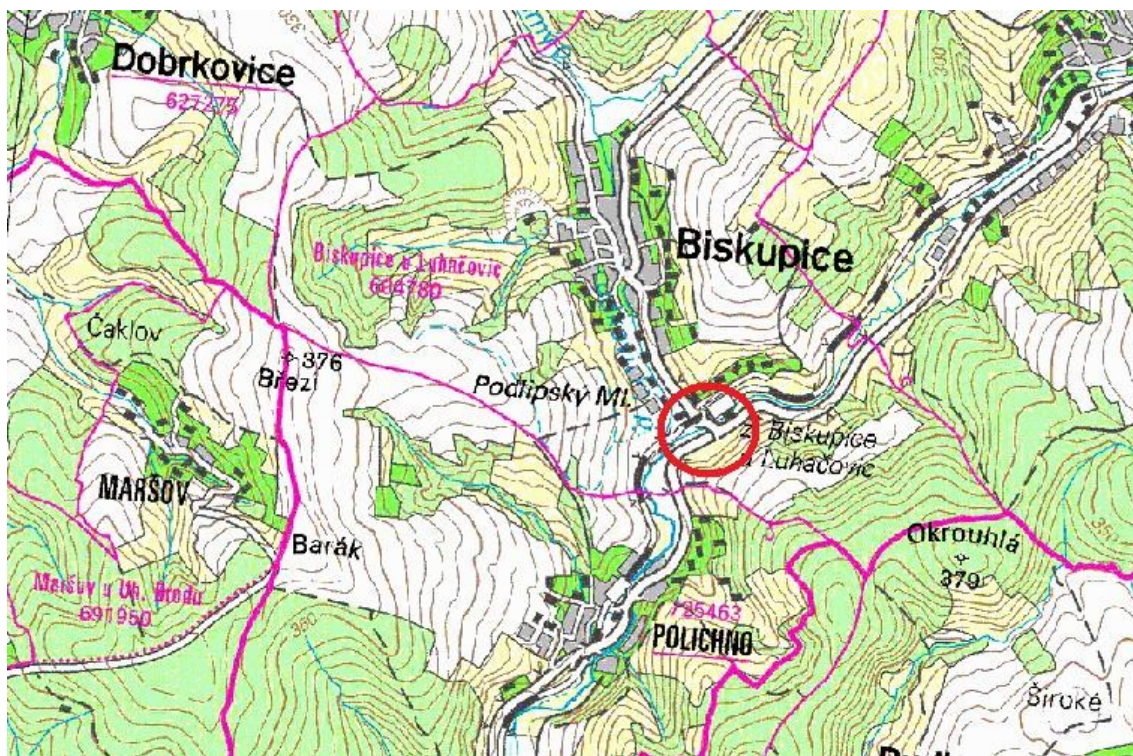
V závěru mé práce se budu věnovat porovnání úprav stávajícího stavu a navržené varianty a navrhnu vhodné řešení.

2. ANALÝZA STÁVAJÍCÍ SITUACE

2.1 Popis a poloha křižovatky

První písemná zmínka o obci pochází z roku 1131, nicméně samotná obec je zřejmě ještě o pár století starší. Zdejší kraj je na pomezí Valašska a Slovácka a nazývá se Zálesí [1]. V dnešní době má obec 740 obyvatel a žije i částečně z cestovního ruchu v Luhačovicích- mnozí návštěvníci sem zavítají na kolech nebo na pěších túrách.

Obec je dostupná jak automobilovou dopravou (leží na jedné z hlavních tepen vedoucích do Zlína), tak častými autobusovými spoji a dokonce vlakem na trati Újezdec u Luhačovic- Luhačovice [2].



Obr. č. 2.1 – Poloha křižovatky [3]

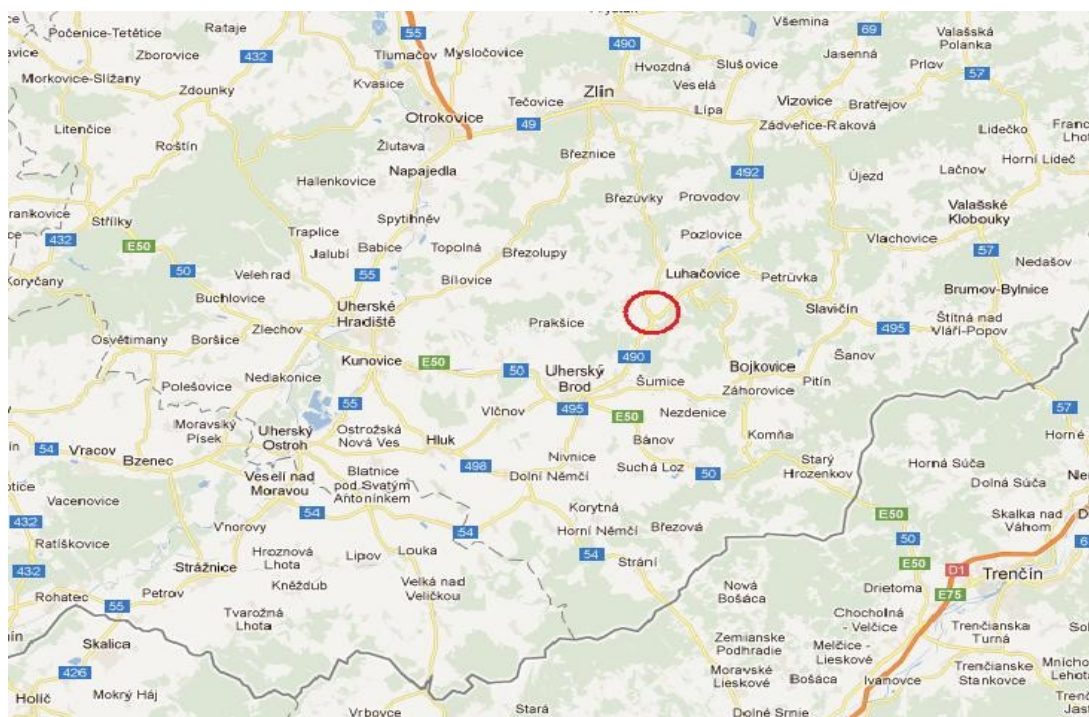
Řešená křižovatka je stále na katastrálním území Biskupic, ačkoliv přímo v nich již neleží. Silnice č. II/ 490 vede z Uherského Brodu přes Biskupice směrem na Zlín, silnice II/492 u Luhačovic se s ní v křižovatce spojuje. Jedná se o stykovou křižovatku s úhlem křížení 68° , v obloucích pro odbočení je mírně rozšířená.

Komunikace nemají přesně danou kategorii komunikace ani šířkové uspořádání, proto tyto rozměry budou měřeny z poskytnutých podkladů podle potřeby. Podélný sklon můžeme zanedbat, jelikož křižovatka nemá významný ani viditelný spád.

Přednost v jízdě je v křižovatce určena především dopravním značením svislým, vodorovné značení je špatně viditelné a označuje pouze střední dělicí čáru. Přednost v jízdě je určena značkami „Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací“ č. P 1 a „Dej přednost v jízdě!“ č. P 4. Hlavní komunikace vede rovně ve směru Uherský Brod-Luhačovice, směrem od obce Biskupice je komunikace značena jako vedlejší.

2.2 Dopravní vztahy

Křižovatka je hlavní spojnicí mezi městy Luhačovice- Uherský Brod- Zlín. Doprava zde často jezdí i těžká, kdy si řidiči zkracují cestu od hranic se Slovenskou republikou např. do Vizovic, Vsetína apod. (viz obr. č. 2.2).



Obr. č. 2.2 – Poloha křižovatky vzhledem k ostatním městům [4]

V těsné blízkosti se nachází železniční přejezd, což omezuje dopravu v křižovatce a vytváří nebezpečné situace, kdy se tvoří fronty až v odbočovacím

prostoru, a vlaková zastávka Biskupice. Dopravu v křižovatce komplikují také autobusové linky, které mají zastávku přímo v křižovatce- viz obr. č. 2.3 (téma řešeno v kap. č. 2.6).



Obr. č. 2.3 – Umístění zastávek v křižovatce [5]

Za železničním přejezdem prozatím končí nedostavěná cyklostezka, naštěstí většina cyklistů poté směřuje do Biskupic a ne směrem do této křižovatky.

2.3 Dopravní průzkum

2.3.1 Vyhodnocení výsledků dopravního průzkumu

Na křižovatce u Biskupic jsem provedla vlastní dopravní průzkum pro zjištění intenzit jednotlivých směrů. Průzkum byl proveden bez ovlivnění provozu uzavírkami, žádnou opravou ani veřejnou akcí v okolí. Datum průzkumu bylo 13. 10. 2011, (čtvrtek) a to od 14:15 do 16:15 hodin dle TP 189 [8]. Metoda průzkumu byla zvolena ruční čárkovací metoda, kdy do předem připravených formulářů byly značeny druhy vozidel vjíždějících do křižovatky v daném časovém úseku. Pro snadnější orientaci jsem si již předem označila jednotlivá ramena křižovatky, jak je patrné z obr. č. 2.4. Výsledky vlastního dopravního průzkumu jsou uvedeny v příloze č. 1 - Dopravní průzkum. Během průzkumu byl natočen i videozáznam, který je v této práci zpracován v kapitole 2.5 [6].



Obr. č. 2.4 – Označení ramen křižovatky [4]

2.3.2 Stanovení intenzit

Stanovení denní intenzity běžného pracovního dne

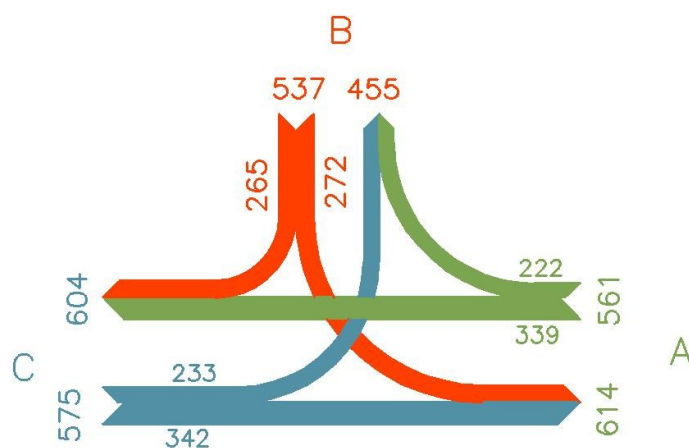
Denní intenzita vozidel je vypočtena na základě celkového počtu vozidel v křižovatce během doby sčítání. Podle TP 189 [8] byly určeny koeficienty pro přepočet intenzit podle druhu vozidel na komunikaci (pro komunikaci SII):

- osobní vozidla, motocykly $k_{m,d}= 6,46$
- nákladní vozidla, autobusy $k_{m,d}= 7,44$
- vozidla celkem $k_{m,d}= 6,75$

Počty cyklistů jsou podle TP 189 [8] zanedbány; navíc cyklistická doprava v této oblasti nepatří mezi významnější kritéria.

Tab. č. 2.1 – Celkové počty vozidel v křižovatce v době sčítání [voz/hod]

| Rameno | do ramene | O | A+N | M | Celkem |
|----------------|-----------|-----|-----|---|------------|
| A | B | 176 | 44 | 2 | 222 |
| | C | 265 | 74 | 0 | 339 |
| Součet vozidel | | 441 | 118 | 2 | 561 |
| B | C | 209 | 52 | 4 | 265 |
| | A | 226 | 46 | 0 | 272 |
| Součet vozidel | | 435 | 98 | 4 | 537 |
| C | A | 263 | 79 | 0 | 342 |
| | B | 165 | 66 | 2 | 233 |
| Součet vozidel | | 428 | 145 | 2 | 575 |



Obr. č. 2.5 – Pentlogram projetých vozidel v době sčítání [voz/hod]

Vzorec pro výpočet denní intenzity

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \text{ [voz/den]} \quad /1/$$

Pro znázornění je zde proveden výpočet pro rameno A, ostatní jsou vypočtena analogicky (tab. č. 2.2).

Z ramene A do ramene B

$$I_{d,O,B} = I_{m,O,B} \cdot k_{m,d} = 176 \cdot 6,46 = 1137 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,A+N,B} = I_{m,A+N,B} \cdot k_{m,d} = 44 \cdot 7,44 = 327 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,M,B} = I_{m,M,B} \cdot k_{m,d} = 2 \cdot 6,46 = 13 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,C,B} = I_{m,C,B} \cdot k_{m,d} = 222 \cdot 6,75 = 1499 \text{ voz/den}$$

Z ramene A do ramene C

$$I_{d,O,C} = I_{m,O,C} \cdot k_{m,d} = 265 \cdot 6,46 = 1712 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,A+N,C} = I_{m,A+N,C} \cdot k_{m,d} = 74 \cdot 7,44 = 551 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,M,C} = I_{m,M,C} \cdot k_{m,d} = 0 \cdot 6,46 = 0 \text{ voz/den}$$

$$I_{d,C,C} = I_{m,C,C} \cdot k_{m,d} = 339 \cdot 6,75 = 2288 \text{ voz/den}$$

Tab. č. 2.2 – Výpočet denní intenzity běžného pracovního dne [voz/den]

| Rameno | do ramene | O | A+N | M | Celkem |
|----------------|-----------|------|------|----|--------|
| A | B | 1137 | 327 | 13 | 1499 |
| | C | 1712 | 551 | 0 | 2288 |
| Součet vozidel | | 2849 | 878 | 13 | 3787 |
| B | C | 1350 | 387 | 26 | 1789 |
| | A | 1460 | 342 | 0 | 1836 |
| Součet vozidel | | 2810 | 729 | 26 | 3625 |
| C | A | 1699 | 588 | 0 | 2309 |
| | B | 1066 | 491 | 13 | 1573 |
| Součet vozidel | | 2765 | 1079 | 13 | 3881 |

Výpočet týdenního průměru denních intenzit

Den, kdy průzkum proběhl, byl čtvrtek, charakter provozu na komunikaci byl určen jako II-S - podle toho jsou z TP 189 [8] vzaty hodnoty p_i^t .

Po určení denních intenzit proudů vozidel běžného pracovního dne spočítáme týdenní průměr těchto intenzit podle vzorců:

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} \text{ [voz/den]} \quad /2/$$

$$k_{d,t} = 100(\%) / p_i^t [-] \quad /3/$$

$$k_{d,t,O+M} = 100 / 100 = 1$$

$$k_{d,t,A+N} = 100 / 123,4 = 0,81$$

$$k_{d,t,C} = 100 / 102 = 0,98$$

Z ramene A do ramene B

$$I_{t,O,B} = I_{d,O,B} \cdot k_{d,t,O+M} = 1137 \cdot 1 = 1137 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,A+N,B} = I_{d,A+N,B} \cdot k_{d,t,A+N} = 327 \cdot 0,81 = 265 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,M,B} = I_{d,M,B} \cdot k_{d,t,O+M} = 13 \cdot 1 = 13 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,C,B} = I_{d,C,B} \cdot k_{d,t,C} = 1499 \cdot 0,98 = 1469 \text{ voz/den}$$

Z ramene A do ramene C

$$I_{t,O,C} = I_{d,O,C} \cdot k_{d,t,O+M} = 1712 \cdot 1 = 1712 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,A+N,C} = I_{d,A+N,C} \cdot k_{d,t,A+N} = 551 \cdot 0,81 = 446 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,M,C} = I_{d,M,C} \cdot k_{d,t,O+M} = 0 \cdot 1 = 0 \text{ voz/den}$$

$$I_{t,C,C} = I_{d,C,C} \cdot k_{d,t,C} = 2288 \cdot 0,98 = 2242 \text{ voz/den}$$

Tab. č. 2.3 – Výpočet týdenního průměru denních intenzit [voz/den]

| Rameno | do ramene | O | A+N | M | Celkem |
|----------------|-----------|------|-----|----|--------|
| A | B | 1137 | 265 | 13 | 1469 |
| | C | 1712 | 446 | 0 | 2242 |
| Součet vozidel | | 2849 | 711 | 13 | 3711 |
| B | C | 1350 | 313 | 26 | 1753 |
| | A | 1460 | 277 | 0 | 1799 |
| Součet vozidel | | 2810 | 591 | 26 | 3552 |
| C | A | 1699 | 476 | 0 | 2262 |
| | B | 1066 | 398 | 13 | 1541 |
| Součet vozidel | | 2765 | 874 | 13 | 3804 |

Stanovení ročního průměru denních intenzit

Měsíc, kdy byl průzkum proveden, byl říjen 2011, charakter provozu byl určen jako II-S- podle toho jsou z TP 189 [8] vzaty hodnoty p_i^r .

Vzorce pro výpočet RPDI:

$$RPDI = I_t \cdot k_{t,RPDI} \text{ [voz/den]} \quad /4/$$

$$k_{t,RPDI} = 100(\%) / p_i^r [-] \quad /5/$$

$$k_{t,RPDI} = 100/97,6 = 1,025$$

Z ramene A do ramene B

$$RPDI_{O,B} = I_{t,O,B} \cdot k_{t,RPDI} = 1137 \cdot 1,025 = 1165 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{A+N,B} = I_{t,A+N,B} \cdot k_{t,RPDI} = 267 \cdot 1,025 = 274 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{M,B} = I_{t,M,B} \cdot k_{t,RPDI} = 13 \cdot 1,025 = 13 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{C,B} = I_{t,C,B} \cdot k_{t,RPDI} = 1469 \cdot 1,025 = 1506 \text{ voz/den}$$

Z ramene A do ramene C

$$RPDI_{O,C} = I_{t,O,C} \cdot k_{t,RPDI} = 1712 \cdot 1,025 = 1755 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{A+N,C} = I_{t,A+N,C} \cdot k_{t,RPDI} = 446 \cdot 1,025 = 457 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{M,C} = I_{t,M,C} \cdot k_{t,RPDI} = 0 \cdot 1,025 = 0 \text{ voz/den}$$

$$RPDI_{C,C} = I_{t,C,C} \cdot k_{t,RPDI} = 2242 \cdot 1,025 = 2298 \text{ voz/den}$$

Tab. č. 2.4 – Výpočet ročního průměru denních intenzit [voz/den]

| Rameno | do ramene | O | A+N | M | Celkem |
|----------------|-----------|------|-----|----|--------|
| A | B | 1165 | 272 | 13 | 1505 |
| | C | 1755 | 457 | 0 | 2299 |
| Součet vozidel | | 2920 | 729 | 13 | 3804 |
| B | C | 1384 | 321 | 26 | 1797 |
| | A | 1496 | 284 | 0 | 1844 |
| Součet vozidel | | 2880 | 605 | 26 | 3641 |
| C | A | 1741 | 488 | 0 | 2319 |
| | B | 1093 | 408 | 13 | 1580 |
| Součet vozidel | | 2834 | 896 | 13 | 3899 |

Celkový roční průměr denních intenzit na rameni A (všechny druhy vozidel)

$$RPDI = \sum RPDI \text{ [voz/den]} \quad /6/$$

$$RPDI_A = RPDI_{C,B} + RPDI_{C,C} = 1506 + 2298 = 3804 \text{ voz/den}$$

Analogicky jsem vypočítala hodnoty celkového ročního průměru denních intenzit na ostatních ramenech (viz tab. č. 2.5).

Tab. č. 2.5 – Celkový roční průměr denních intenzit na jednotlivých ramenech

| Rameno | do ramene | Celkový <i>RPDI</i> [voz/den] |
|----------------|-----------|-------------------------------|
| A | B | 1506 |
| | C | 2298 |
| Součet vozidel | | 3804 |
| B | C | 1797 |
| | A | 1844 |
| Součet vozidel | | 3641 |
| C | A | 2319 |
| | B | 1580 |
| Součet vozidel | | 3899 |

Celkový roční průměr denních intenzit v křižovatce

$$RPDI = \sum RPDI \text{ [voz/den]}$$

/6/

$$RPDI = \sum RPDI = 3804 + 3641 + 3899 = 11\,344 \text{ voz/den}$$

2.3.3 Stanovení intenzity ve špičkové hodině

Výpočet intenzity špičkové hodiny z údajů získaných průzkumem

Tab. č. 2.6a – Určení špičkové hodiny [voz/hod]

| Sčítání vozidel v čase 14:45-15:45 | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|---|--------|
| | O | A+N | M | Celkem |
| 14:45 | 160 | 50 | 1 | 211 |
| 15:00 | 160 | 45 | 1 | 206 |
| 15:15 | 175 | 37 | 0 | 212 |
| 15:30 | 163 | 53 | 2 | 218 |
| součet vozidel | | | | 847 |

Tab. č. 2.6b – Určení špičkové hodiny [voz/hod]

| Sčítání vozidel v čase 15:00-16:00 | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|---|------------|
| | O | A+N | M | Celkem |
| 15:00 | 160 | 45 | 1 | 206 |
| 15:15 | 175 | 37 | 0 | 212 |
| 15:30 | 163 | 53 | 2 | 218 |
| 15:45 | 176 | 39 | 2 | 217 |
| součet vozidel | | | | 853 |

Tab. č. 2.6c – Určení špičkové hodiny [voz/hod]

| Sčítání vozidel v čase 15:15-16:15 | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|---|--------|
| | O | A+N | M | Celkem |
| 15:15 | 175 | 37 | 0 | 212 |
| 15:30 | 163 | 53 | 2 | 218 |
| 15:45 | 176 | 39 | 2 | 217 |
| 16:00 | 173 | 26 | 1 | 200 |
| součet vozidel | | | | 847 |

Intenzita špičkové hodiny zjištěná z průzkumu

$$I_{sh} = \sum I_{sh} = 853 \text{ voz/hod}$$

2.3.4 Stanovení padesátirázové hodinové intenzity dopravy

Hodnotu padesátirázové intenzity dopravy používáme pro kapacitní výpočty na silnicích, dálnicích a veřejně přístupných účelových komunikacích ve volné krajině. V mém případě se jedná o křižovatku, která se nachází poblíž obce, nicméně v ní neleží, proto pro další výpočty budu používat tuto hodnotu.

Padesátirázovou hodinovou intenzitu dopravy můžeme zjistit těmito metodami (TP 189 [8]):

Odhad z údajů získaných průzkumem v doporučené době

$$I_{50} = \max \{I_h\} \quad /7/$$

$$I_{50} = \max \{I_h\} = 853 \text{ voz/hod}$$

I_h je hodinová intenzita dopravy v době průzkumu, proto je stejná jako intenzita špičkové hodiny (viz kap. 2.3.3).

Odhad z údajů získaných průzkumem v běžný pracovní den

$$I_{50} = I_{sh} \cdot k_{BPD,50} \quad /8/$$

$$k_{BPD,50} = 1,13$$

$$I_{50} = I_{sh} \cdot k_{BPD,50} = 853 \cdot 1,13 = 964 \text{ voz/hod}$$

Výpočet z hodnoty ročního průměru denních intenzit

$$I_{50} = RPDI \cdot k_{RPDI,50} \quad /9/$$

$$k_{RPDI,50} = 0,102 \text{ (charakter provozu II-S)}$$

$$I_{50} = 11\,344 \cdot 0,102 = 1157 \text{ voz/hod}$$

Z tohoto posouzení hodnot padesátirázové hodinové intenzity dopravy vyplývá, že nejvyšší hodnoty a tedy nejnepříznivější dosáhneme výpočtem z RPDI. Pro další výpočty je nutné dopočítat dopravní intenzity pro jednotlivé dopravní proudy a skupiny vozidel podle vzorce /9/- viz tabulka č. 2.7.

Tab. č. 2.7 – Výpočet padesátirázové hodinové intenzity dopravy z RPD1 [voz/hod]

| Rameno | do ramene | O | A+N | M | Celkem |
|----------------|-----------|-----|-----|---|--------|
| A | B | 119 | 28 | 1 | 154 |
| | C | 179 | 47 | 0 | 234 |
| Součet vozidel | | 298 | 75 | 1 | 388 |
| B | C | 141 | 33 | 3 | 183 |
| | A | 153 | 29 | 0 | 188 |
| Součet vozidel | | 294 | 62 | 3 | 371 |
| C | A | 178 | 50 | 0 | 237 |
| | B | 111 | 42 | 1 | 161 |
| Součet vozidel | | 289 | 92 | 1 | 398 |

2.4 Výpočet kapacity neřízené křižovatky

2.4.1 Stanovení výhledové intenzity v roce 2031

Pro výpočet kapacity této křižovatky jsem použila metodu jednotného součinitele růstu [9]. Podle TP 225 [9] je nutné pro výpočet kapacity provést součet druhů vozidel na rozdělení lehká- těžká doprava. Motocykly a osobní automobily patří do kategorie lehké dopravy, autobusy a nákladní vozidla do těžké dopravy. Dále z TP 225 [9] je nutné zjistit přepočtové koeficienty pro rok 2031:

$$k_{0,LEHKÁ} = 1,16$$

$$k_{v,LEHKÁ} = 1,6$$

$$k_{0,TĚŽKÁ} = 1,06$$

$$k_{v,TĚŽKÁ} = 1,12$$

$$k_{0,CELKEM} = 1,15$$

$$k_{v,CELKEM} = 1,53$$

Vzorce pro výpočet výhledové intenzity:

$$I_v = I_{50} \cdot k_{p,i} \text{ [voz/hod]} \quad /10/$$

$$k_{p,i} = \frac{k_{v,i}}{k_{0,i}} [-] \quad /11/$$

Výpočet koeficientů prognózy intenzit dopravy pro rok 2031 podle vzorce /11/:

$$k_{p,LEHKÁ} = \frac{k_{v,LEHKÁ}}{k_{0,LEHKÁ}} = \frac{1,6}{1,16} = 1,38$$

$$k_{p,TĚŽKÁ} = \frac{k_{v,TĚŽKÁ}}{k_{0,TĚŽKÁ}} = \frac{1,12}{1,06} = 1,06$$

$$k_{p,CELKEM} = \frac{k_{v,CELKEM}}{k_{0,CELKEM}} = \frac{1,53}{1,15} = 1,33$$

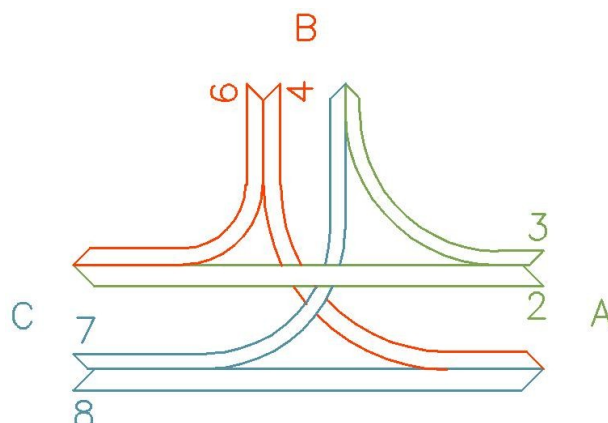
Tab. č. 2.8 – Výpočet výhledové intenzity v roce 2031 [voz/hod]

| Rameno | do ramene | O | A+N | M | Celkem |
|----------------|-----------|-----|-----|---|--------|
| A | B | 164 | 29 | 2 | 204 |
| | C | 247 | 49 | 0 | 312 |
| Součet vozidel | | 411 | 80 | 2 | 516 |
| B | C | 195 | 35 | 4 | 244 |
| | A | 211 | 31 | 0 | 250 |
| Součet vozidel | | 406 | 66 | 4 | 494 |
| C | A | 245 | 53 | 0 | 315 |
| | B | 154 | 44 | 2 | 214 |
| Součet vozidel | | 399 | 97 | 2 | 529 |

Tab. č. 2.9 – Přehled intenzit v roce 2011 a 2031 (tučně) [voz/hod]

| Rameno | do ramene | O | A+N | M | Celkem |
|----------------|-----------|------------------|----------------|--------------|------------------|
| A | B | 119 (164) | 28 (29) | 1 (2) | 154 (204) |
| | C | 179 (247) | 47 (49) | 0 (0) | 234 (312) |
| Součet vozidel | | 298 (411) | 75 (78) | 1 (2) | 388 (516) |
| B | C | 141 (195) | 33 (35) | 3 (4) | 183 (244) |
| | A | 153 (211) | 29 (31) | 0 (0) | 188 (250) |
| Součet vozidel | | 294 (406) | 62 (66) | 3 (4) | 371 (494) |
| C | A | 178 (245) | 50 (53) | 0 (0) | 237 (315) |
| | B | 111 (154) | 42 (44) | 1 (2) | 161 (214) |
| Součet vozidel | | 289 (399) | 92 (97) | 1 (2) | 398 (529) |

2.4.2 Intenzity nadřazených proudů



Obr. č. 2.6 – Popis směrů podle TP 188 [7]

Tab. č. 2.10 –Rozhodující intenzity dopravních proudů v roce 2011 (2031)

| dopravní proud | skutečná intenzita I_n [voz/hod] | intenzita dopravního proudu I_j [pvoz/hod] |
|----------------|------------------------------------|--|
| 2 | 234 (312) | 250 (321) |
| 3 | 154 (204) | 162 (210) |
| 4 | 188 (250) | 197 (258) |
| 6 | 183 (244) | 193 (251) |
| 7 | 161 (214) | 175 (222) |
| 8 | 237 (315) | 253 (325) |

Tab. č. 2.11 –Stupně podřazenosti dopravních proudů podle TP 188 [7]

| Stupeň | charakteristika | dopr. proudy |
|----------|--|--------------|
| 1.stupeň | nadřazenost | 2,3,8 |
| 2.stupeň | jednoduchá podřazenost proudu 1. stupně | 6,7 |
| 3.stupeň | dvojnásobná podřazenost proudům 1. a 2. stupně | 4 |

Součet intenzit nadřazených dopravních proudů (styková křižovatka):

Křižovatka je v místech odbočování mírně rozšířená, nicméně pro účely této práce uvažuji, že pro každý směr je určen pouze jeden jízdní pruh.

➤ jednoduchá podřazenost proudů 1. stupně

$$I_7 = I_2 + I_3 \text{ [voz/hod]} \quad /12/$$

$$I_{7,2011} = 234 + 154 = 388 \text{ voz/hod}$$

$$I_{7,2031} = 312 + 204 = 516 \text{ voz/hod}$$

$$I_6 = I_2 + 0,5 \cdot I_3 \text{ [voz/hod]} \quad /13/$$

$$I_{6,2011} = 234 + 0,5 \cdot 154 = 311 \text{ voz/hod}$$

$$I_{6,2031} = 312 + 0,5 \cdot 204 = 414 \text{ voz/hod}$$

➤ dvojnásobná podřazenost proudům 1. a 2. stupně

$$I_4 = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + I_7 \text{ [voz/hod]} \quad /14/$$

$$I_{4,2011} = 234 + 0,5 \cdot 154 + 237 + 161 = 709 \text{ voz/hod}$$

$$I_{4,2031} = 312 + 0,5 \cdot 204 + 315 + 214 = 943 \text{ voz/hod}$$

2.4.3 Hodnoty kritických a následných odstupů

Rychlost na hlavní komunikaci v řešené křižovatce není přesně určena, nicméně díky osobním zkušenostem a konzultaci s odborníky ze Správy silnic Zlínského kraje budu uvažovat hodnotu $v_{85\%} = 70 \text{ km/hod}$. Hodnoty kritických odstupů pro tuto rychlost jsou převzaty z TP 188 [7] - viz tabulka č. 2.12.

Tab. č. 2.12 – Střední hodnoty kritických časových odstupů t_g pro $v_{85\%} = 70$ km/hod

| Druh dopravního proudu | Dopravní proud | t_g [s] |
|---------------------------|----------------|-----------|
| levé odbočení z hlavní | 7 | 4,9 |
| pravé odbočení z vedlejší | 6 | 5,5 |
| levé odbočení z vedlejší | 4 | 6,7 |

Tab. č. 2.13 – Střední hodnoty následných časových odstupů t_f pro dopravní značení „Dej přednost v jízdě!“

| Druh dopravního proudu | Dopravní proud | t_f [s] (P4) |
|---------------------------|----------------|----------------|
| levé odbočení z hlavní | 7 | 2,6 |
| pravé odbočení z vedlejší | 6 | 3,1 |
| levé odbočení z vedlejší | 4 | 3,5 |

2.4.4 Základní kapacita

Pro dopravní proud 1. stupně se udává hodnota 1800 pvoz/hod. Je to kapacita volně se pohybujících dopravních proudů. Pro kapacitu proudů 2. stupně platí rovnost se základní kapacitou $C_n = G_n$. Pro 3. stupeň podřazenosti se u této křižovatky zohledňuje pravděpodobnost nevzdutí proudů 2. stupně.

Základní kapacita G_n je maximální počet vozidel z podřazeného proudu, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů. Pro její stanovení se používá vzorec TP 188 [7]:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2})} [\text{pvoz/hod}] \quad /15/$$

Základní kapacita 1. stupně (2,3,8)

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/hod}$$

Základní kapacita 2. stupně (6,7)

$$C_{6,2011} = G_{6,2011} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{311}{3600} \cdot (5,5 - \frac{3,1}{2})} = 826 \text{ pvoz/hod}$$

$$C_{6,2031} = G_{6,2031} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{414}{3600} \cdot (5,5 - \frac{3,1}{2})} = 737 \text{ pvoz/hod}$$

$$C_{7,2011} = G_{7,2011} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{388}{3600} \cdot (4,9 - \frac{2,6}{2})} = 939 \text{ pvoz/hod}$$

$$C_{7,2031} = G_{7,2031} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{516}{3600} \cdot (4,9 - \frac{2,6}{2})} = 827 \text{ pvoz/hod}$$

Základní kapacita 3. stupně (4)

Jelikož na hlavní komunikaci není odbočovací pruh vlevo, vypočteme pravděpodobnost nevzdutého stavu v příslušných pruzích podle tohoto vzorce:

$$p_{0,7}^{**} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - a_{v,7} - a_{v,8} = 1 - \frac{I_{7,rok}}{C_{7,rok}} - \frac{I_{8,rok}}{C_{8,rok}} \\ 0 \end{array} \right\} [-] \quad /16/$$

$$p_{0,7,2011}^{**} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - a_{v,7} - a_{v,8} = 1 - \frac{I_{7,2011}}{C_{7,2011}} - \frac{I_{8,2011}}{C_{8,2011}} = 1 - \frac{175}{939} - \frac{253}{1800} = 0,67 \\ 0 \end{array} \right\} \\ = 0,67$$

$$p_{0,7,2031}^{**} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - a_{v,7} - a_{v,8} = 1 - \frac{I_{7,2031}}{C_{7,2031}} - \frac{I_{8,2031}}{C_{8,2031}} = 1 - \frac{222}{827} - \frac{325}{1800} = 0,55 \\ 0 \end{array} \right\} \\ = 0,55$$

Základní kapacita (4)

$$G_{4,2011} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{709}{3600} \cdot (6,7 - \frac{3,5}{2})} = 388 \text{ pvoz/hod}$$

$$G_{4,2031} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{943}{3600} \cdot (6,7 - \frac{3,5}{2})} = 281 \text{ pvoz/hod}$$

Kapacita(4)

$$C_4 = p_{0,7}^{**} \cdot G_{4,\text{rok}} [\text{pvoz/hod}] \quad /17/$$

$$C_{4,2011} = 0,67 \cdot 388 = 260 \text{ pvoz/hod}$$

$$C_{4,2031} = 0,55 \cdot 281 = 155 \text{ pvoz/hod}$$

2.4.5 Skutečná kapacita společných pruhů

V křižovatce jsou sice rozšířené plochy pro odbočování, nicméně v dnešní době pro většinu vozidel nevyhovují- odbočující vozidla se nedají objet bez velkého přesahu do protisměru. Proto budu počítat skutečnou kapacitu pruhů pro společné směry.

Vzorec pro výpočet smíšených proudů na hlavní komunikaci:

$$C_{n,n,n} = \min \left\{ \frac{I_i + I_j + I_k}{a_{vi} + a_{vj} + a_{vk}} \right\} [\text{pvoz/hod}] \quad /18/$$

Dopravní proudy 2,3

$$C_{2,3,2011} = C_{2,3,2031} = 1800 \text{ pvoz/hod}$$

Dopravní proudy 7,8

$$C_{7,8,2011} = \min \left\{ \frac{\frac{175 + 253}{939 + \frac{253}{1800}}}{1800} \right\} = 1309 \text{ pvoz/hod}$$

$$C_{7,8,2031} = \min \left\{ \frac{\frac{222 + 325}{827 + \frac{325}{1800}}}{1800} \right\} = 1218 \text{ pvoz/hod}$$

Dopravní proudy 4,6

Jedná se o vedlejší komunikaci s rozšířeným vjezdem, proto použijí vzorec dle TP 188 [7] pro tuto situaci.

$$C_{n,n} = \min \left\{ \frac{\frac{I_j + I_k}{\frac{I_u}{6} + 1}}{\sqrt{\frac{a_{vj}^{\frac{I_u}{6} + 1}}{a_{vk}^{\frac{I_u}{6} + 1}} + a_{vk}^{\frac{I_u}{6} + 1}}} \right\} [\text{pvoz/hod}] \quad /19/$$

$$C_{4,6,2011} = \min \left\{ \frac{197+193}{\sqrt{\left(\frac{197}{260}\right)^{\frac{6}{6}+1} + \left(\frac{193}{826}\right)^{\frac{6}{6}+1}}} \right\} = 492 \text{ pvoz/hod}$$

$$C_{4,6,2031} = \min \left\{ \frac{258+251}{\sqrt{\left(\frac{258}{155}\right)^{\frac{6}{6}+1} + \left(\frac{251}{737}\right)^{\frac{6}{6}+1}}} \right\} = 300 \text{ pvoz/hod}$$

2.4.6 Stanovení úrovně kvality dopravy pro rok 2011 a 2031

Pro posouzení tohoto ukazatele je nutné zjistit střední dobu zdržení, která závisí na rezervě kapacity příslušného jízdního pruhu a jeho vlastní kapacitě. Rezervu kapacity spočítáme podle vztahu:

$$Rez = C_n - I_n [\text{pvoz/hod}] \quad /20/$$

$$Rez_{2+3,2011} = 1800 - (250+162) = 1388 \text{ pvoz/hod}$$

$$Rez_{2+3,2031} = 1800 - (321+210) = 1269 \text{ pvoz/hod}$$

Tab. č. 2.14 – Výpočet ÚKD pro rok 2011 (2031)

| Dopravní proud | Skutečná kapacita C_n [pvoz/hod] | rezerva kapacity Rez [pvoz/hod] | Střední doba zdržení t_w [s] | ÚKD |
|----------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------|
| 2+3 | 1800 (1800) | 1388 (1269) | 1 (2) | A (A) |
| 7+8 | 1309 (1218) | 881 (671) | 5 (8) | A (A) |
| 4+6 | 492 (300) | 102 (-209) | 32 (∞) | D (F) |

Podle vzorce z TP 188 [7] a následným ověřením na grafu, taktéž z TP 188 [7] jsem vypočetla délku fronty na jednotlivých ramenech:

$$N_{95\%} = \frac{3}{2} \cdot C_n \cdot \left(a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3 \cdot \frac{8 \cdot a_v}{C_n}} \right) \text{ [m]} \quad /21/$$

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad /22/$$

Tab. č. 2.15 – Délka fronty

| Dopravní proud | délka fronty 2011 [m] | délka fronty 2031 [m] |
|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 2+3 | 5,4 | 7,7 |
| 7+8 | 8,8 | 14,1 |
| 4+6 | 48 | 594 |

Z těchto hodnot vyplývá, že daná křižovatka v současné době z hlediska ÚKD vyhovuje, nicméně bude nutné do 20 let stávající stav vyřešit, nejen kvůli zvýšení bezpečnosti a nevyhovujícímu stavebnímu uspořádání, ale především z hlediska nedostačující kapacity na rameni směrem z obce Biskupice.

2.5 Folprechtova videoanalýza konfliktních situací

Konfliktní situace je okamžik v silničním provozu, kdy pro některé účastníky provozu vzniká nebo může vzniknout větší míra nebezpečí. Tyto situace předchází každé dopravní nehodě, a dopravní nehoda se stane v okamžiku, když míra nebezpečí střetu vozidla s okolím překročí určitou mez a již nelze zabránit střetu vozidla s okolím. Dopravní nehody a konfliktní situace spolu úzce souvisí, proto je nutné předcházet obojímu a činit opatření pro zvýšení bezpečnosti provozu tak, aby vznikalo co nejméně konfliktních situací.

V době, kdy jsem prováděla sčítání dopravy, jsem také pořídila pomocí videokamery hodinový záznam dopravní situace v křižovatce (tj. čtvrtek 13. 10. 2011, čas pořízeného záznamu 14:15- 15:15). Poměrně jednoduchou metodou klasifikace podle doc. Ing. Jana Folprechta, Ph.D. [6] jsem ze záznamu určila konfliktní situace, které na křižovatce nejvíce nastávaly, a vyhodnotila jejich závažnost.

Tab. č. 2.16 –Klasifikace podle účastníků

| klasifikace podle účastníků | |
|-----------------------------|----------|
| chodec | 1 |
| automobil | 2 |
| tramvaj | 3 |
| chodec x automobil | 4 |
| chodec x tramvaj | 5 |
| automobil x automobil | 6 |
| automobil x tramvaj | 7 |
| tramvaj x tramvaj | 8 |
| jiné | 9 |

Tab. č. 2.17 –Klasifikace podle způsobu konfliktu

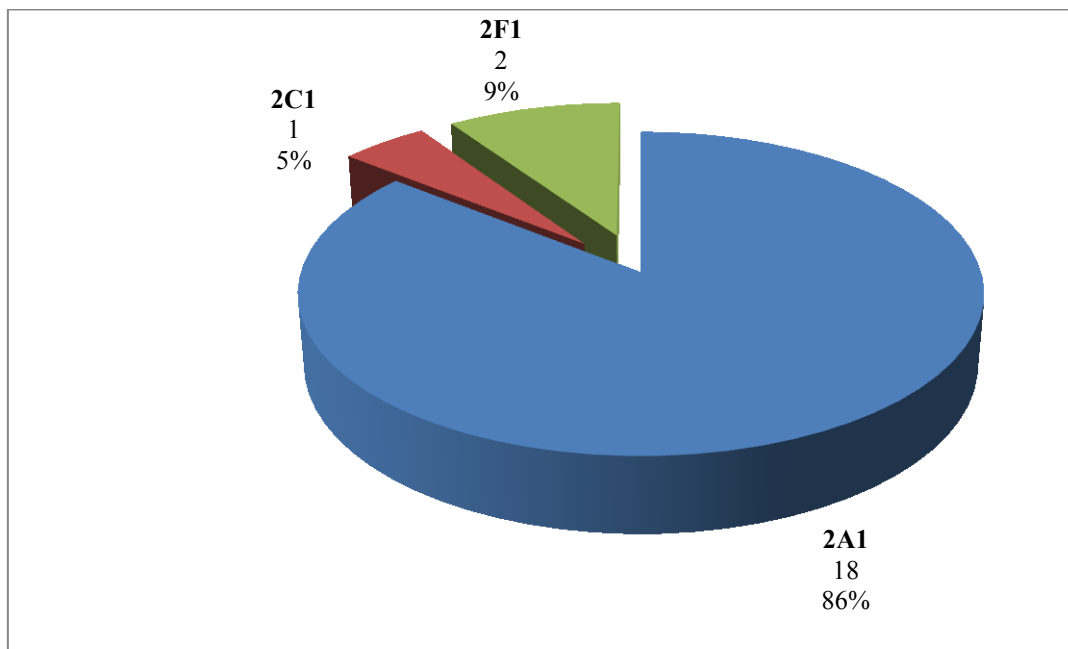
| klasifikace podle způsobu konfliktu | |
|---------------------------------------|------------|
| možnost střetu s příčnějedoucím | ... A ... |
| možnost střetu s protijedoucím | ... B ... |
| možnost střetu ve stykovém bodě | ... C ... |
| možnost střetu najetím zezadu | ... D ... |
| možnost střetu se souběžně jedoucím | ... E ... |
| možnost střetu vlivem parkov. manévru | ... P ... |
| možnost střetu vlivem otáčení | ... O ... |
| vjezd (vstup) na červenou | ... č ... |
| zavinil chodec | ... ch ... |
| zavinilo vozidlo | ... v ... |
| agresivita | ... a ... |
| pasivita | ... p ... |
| vlivem fronty na křižovatce | ... f ... |
| pokyn | ... g ... |

Tab. č. 2.18 –Klasifikace podle závažnosti

| klasifikace podle závažnosti | |
|---------------------------------------|----------|
| konfliktní situace bez reakce | 1 |
| konfliktní situace bez násilné reakce | 2 |
| konfliktní situace s ostrou reakcí | 3 |
| dopravní nehoda | 4 |

Tab. č. 2.18 je potřeba rozvést. Číslo 1 značí KS, kdy účastník provozu nikoho nijak zvlášť neohrozí. Týká se to především situací, kdy je účastník osamocen nebo na něj ostatní nereagují. V mém případě se konkrétně jedná o odbočení doleva z hlavní komunikace pod ostrým úhlem. Nikdo nereaguje, jelikož všichni stojí a dávají odbočujícímu vozidlu přednost. Číslo 2 již značí mírné ovlivnění provozu váhavostí, agresivitou nebo špatným vyhodnocením situace. Číslem 3 hodnotíme situace, kdy byl řidič jiného vozidla donucen např. prudce zabrzdít nebo vybočit ze

svého směru, aby zabránil dopravní nehodě. Číslo 4 je nejzávažnější a ukazuje již nastalou dopravní nehodu.



Obr. č. 2.7 – Přehled výskytu konfliktních situací za 1 hodinu

Nejčastěji zaznamenané konfliktní situace označené jako 2A1 jsou způsobeny vozidlem a týkají se střetu s příčně jedoucím vozidlem (tab. č. 2.17). Jedná se o levé odbočení z hlavní komunikace, kdy dochází k mírnému až střednímu ohrožení řidičů čekajících na vedlejší komunikaci. Důvodů je několik- chybí řádně vyznačené vodorovné dopravní značení, díky tomu se může stát, že nejenže řidič z hlavní komunikace odbočuje pod ostrým úhlem, ale také řidič na vedlejší komunikaci své vozidlo postaví ve špatném úhlu či pozici; agresivita odbočujících řidičů a konečně nevyhovující geometrické uspořádání křižovatky. Díky tomu je na videozáznamu možné vidět i situace, kdy nákladní vozidlo s návěsem muselo vyčkat na vstřícnost ostatních řidičů, aby mohlo odbočit doleva z hlavní komunikace- v křižovatce je možný pouze malý poloměr pro odbočení, nemluvě o konstrukci vedlejší komunikace, která se právě v místě největšího nebezpečí pro velké náklady nachází na úzkém mostě.

Dalším zaznamenaným konfliktem je situace, která je běžně praktikována- řidič autobusu, čekající na vjezd vedlejší komunikace, nechá cestující vystoupit přímo ve

vjezdu, aby nemusel zajíždět k zastávce. V křižovatce ani v jejím okolí se nenachází přechod pro chodce, po kterém by se dalo přecházet na zastávku a z ní, a dalo by se říci, že cestujícím řidič takto pomáhá, nicméně ochrana jejich zdraví je přinejmenším diskutabilní.

Poslední zapsanou konfliktní situací byla vytvořená fronta kvůli průjezdu vlaku na nedalekém železničním přejezdu. Často se stává (stejně jako je vidět na pořízeném videozáznamu), že vozidla stojí až v prostoru křižovatky a hrozí jim střet zezadu buď při odbočování dalšího vozidla, nebo řidičem jedoucím rovně na hlavní komunikaci, který nemá místo nebo z neznalosti situace nemá odstup více k ose komunikace (jedná se o odbočení vpravo).

Pro klasifikaci podle závažnosti je nutné uvádět míru nebezpečnosti provozu za pomoci tzv. relativní konfliktnosti. Žádná z KS nebyla vyhodnocena vyšším stupněm závažnosti než 1, nicméně daná křižovatka svým geometrickým uspořádáním jisté KS vyvozuje a bylo by vhodné je řešit, což se neděje a podle informací, které jsem neoficiálně dostala, se ani prozatím dít nebude.

Výpočet relativní konfliktnosti

$$k_R = \frac{p_{KS}}{I} \cdot 100 \text{ [KS/100 voz]} \quad /23/$$

Tab. č. 2.19 – Výpočet relativní konfliktnosti

| relativní konfliktnost pro stupeň 1 podle způsobu konfliktu | | | |
|---|-------------------|-------------|-------------------|
| konfliktní situace | p_{KS} [KS/hod] | I [voz/hod] | k_R [KS/100voz] |
| 2A1 | 18 | 1673 | 1,076 |
| 2C1 | 1 | | 0,060 |
| 2F1 | 2 | | 0,120 |

Vyhodnocení výsledků videoanalýzy

Závažnost konfliktních situací na křižovatkách by vydala na dlouhé odstavce, nicméně zde je to jedno z vedlejších témat k posouzení. Proto jen stručně: na křižovatce u Biskupic dochází k mnoha KS denně, bohužel nejsou až tak závažné ani alarmující, aby donutily někoho stávající situaci řešit. Je možné tam vidět situace výše popsané a zaznamenané jako nejzávažnější ze vznikajících KS, nicméně nejsou jediné. Vysoká rychlost a neohleduplnost dalších účastníků provozu, stejně jako přecenění vlastních sil i faktory neovlivnitelné - stavební uspořádání, počasí apod. vedou ke konfliktním situacím a dopravním nehodám. Jako každá křižovatka i tato má svá úskalí, ale ačkoliv se prozatím stavebně- technický stav neřeší, alespoň se nejedná o místo s vysokým počtem nehod. Dále, i když KS vznikají a budou vznikat, jsou stále pouze ve stupni 1.

2.6 Umístění zastávek autobusové dopravy

Jak již bylo zmíněno, situace v křižovatce je komplikována umístěním zastávek přímo v ní (obr. č. 3, kap. 2.2). V současné době probíhají jednání o tom, jakým způsobem umístění zastávek vyřešit- je to prozatím jediná změna, která se zde plánuje.

V současnosti autobusy zastavují přímo na komunikaci, kde brání plynulému provozu a vznikají nebezpečné situace, když se bezohlední řidiči pokoušejí autobus objet. Autobusové zastávky jsou tvořeny pouze ložem z hrubého kameniva a nejvíce nevyhovující je absence přechodu pro chodce a chodníků.

Pro vybudování nových autobusových zastávek v současné době existuje více návrhů. V prvním návrhu zastávky zůstávají víceméně na svém místě, jen se upraví- vybudování zálivu, přechodu pro chodce, chodníků apod. Dále se k původním dvěma zastávkám přidají ještě dvě na dalším rameni křižovatky.

Druhý návrh se týká odsunu zastávek z oblasti křižovatky na nedalekou zastávku železniční. V této variantě by bylo nutné především vykoupit pozemky a vybudovat vhodnou příjezdovou komunikaci pro autobusy, přesto mne zaujala myšlenka odsunutí pěší dopravy z křižovatky, čímž by došlo ke zvýšení celkové bezpečnosti provozu a nemalý vliv by měla i zkrácená vzdálenost k obci Biskupice.

V době dokončení bakalářské práce nebylo známo vybrané řešení. Ve variantě zachování stávajícího stavu proto změnu uspořádání autobusových zastávek neuvažuji. Ve svém návrhu okružní křižovatky (podkap. 3.2) jsem navrhla přestavbu zastávek na zálivové se zachováním původního umístění.

3. NÁVRHY ŘEŠENÍ KŘÍŽOVATKY

Mé návrhy úprav dané křižovatky se týkají řešení kapacitních problémů, stejně jako dob zdržení na vedlejší komunikaci. V této kapitole proberu možnosti ponechání stávajícího stavu a vybudování okružní křižovatky. Již ze začátku jsem vynechala možnost světelné signalizace- křižovatka se nachází mimo obec, vybudování SSZ by mohlo situaci na křižovatce i zhoršit z hlediska bezpečnosti, navíc zde není potřeba navyšovat kapacitu až takovýmto způsobem.

Každé řešení zhodnotím z hlediska finanční náročnosti, náročnosti samotných úprav a provedu posouzení pomocí vlečných křivek a vizualizaci výsledku (program AutoTURN, PTV VISSIM).

3.1 Stávající stav

3.1.1 Popis stávajícího stavu

V současné době je křižovatka stále vyhovující z hlediska ÚKD, vypočtených kapacit apod. Správa a údržba silnic Zlínského kraje proto zatím nemá v úmyslu do křižovatky zasahovat, jediné, co se v dohledné době bude měnit, je kryt vozovky a umístění autobusových zastávek. Bylo by vhodné zvýraznit vodorovné dopravní značení a na obou komunikacích zvýšit počet směrových sloupků. Dále není příliš vhodný současný úhel křížení komunikací - 68 °.

V případě, že se přesunou autobusové zastávky na vlakové nádraží, odpadá starost o chodce, pokud by zůstaly na stávajícím místě, eventuálně se posunuly, jak umožňuje jeden z možných návrhů jejich přesunu, bylo by nutné řešit i přechod pro chodce, chodníky a bezpečnostní prvky (zábradelní svodidla apod.). Podle tohoto se samozřejmě bude řídit i rozpočet, buď bude nutné vykoupit pozemky v okolí vlakového nádraží, nebo investovat do celkové přestavby křižovatky- nelze přesunout pouze zastávky a neřešit přístup k nim- a to již vyžaduje větší stavební úpravy.

3.1.2 Orientační propočet nákladů

Pokud by křižovatka zůstala pro následující roky zachována, byly by nutné přinejmenším základní výměny- především krytu. Ke zvýšení bezpečí v křižovatce bych doporučila přidat vodorovné dopravní značení- vodící proužky v této oblasti zcela chybí a také doplnit směrové sloupky. Sestavení propočtu je velmi orientační, záleží na délce komunikace určené pro výměnu apod.

Je nutné také počítat se zastávkami VHD- zde jsou možnosti jejich ponechání v naprosto nevyhovujících podmínkách, nebo naopak zvýšení bezpečnosti v křižovatce a ochrany chodců vybudováním zastávkových zálivů, přechodu pro chodce, chodníků apod. Poslední možnost by změny v křižovatce poněkud prodražila, jedná se o již zmíněné odsunutí zastávek VHD na blízkou zastávku železniční. Náklady by se zvýšily nutným odkoupením dotčených pozemků a vybudováním vhodné příjezdové komunikace pro autobusy.

*Tab. č. 3.1 – Orientační propočet pro možné základní úpravy stávajícího stavu
(podle [11])*

| položka | popis | MJ | Kč/MJ | počet MJ | Cena [Kč] |
|---------|---|----------------|-------|----------|-----------|
| 113138 | odstranění krytu vozovek a chodníků s asf. pojivem, odvoz do 20 km | m ³ | 843 | 480 | 404 700 |
| 113338 | odstranění podkladu vozovek a chodníků s asf. pojivem, odvoz do 20 km | m ³ | 671 | 2 000 | 1 342 000 |
| 18215 | úprava povrchů srovnáním území v tl. do 0,5 m | m ² | 40 | 2 000 | 80 000 |
| 18110 | úprava pláně se zhutněním v hornině tř. 1- 4 | m ² | 13 | 2 000 | 26 000 |
| 56343 | vozovkové vrstvy ze šterkopísku tl. do 150 mm | m ² | 88 | 2 000 | 176 000 |
| 56314 | vozovkové vrstvy z mechanicky zpevněného kameniva tl. do 200 mm | m ² | 205 | 2 000 | 410 000 |
| 581102 | cementobetonový kryt nevyztužený tř. I | m ³ | 3 010 | 540 | 1 944 000 |
| 915111 | vodorovné dopravní značení barvou hladké- dodávka a pokládka | m ² | 117 | 303 | 35 500 |
| 91228 | směrové sloupky z plast. hmot včetně odrazného pásu | ks | 343 | 40 | 13 700 |

celkem: 4 431 900 Kč

3.2 Okružní křižovatka

3.2.1 Návrh okružní křižovatky

Ze všech možností zde uvedených i neuvedených se mi nejlépe jeví okružní křižovatka. Je dostatečně bezpečná, zpomaluje provoz a zároveň na žádném z vjezdů nemusí vznikat kolony a dlouhé doby zdržení.

Mnou navržená okružní křižovatka má následující parametry:

Vnější poloměr: 20 m

Vnější poloměr středového ostrova: 10,5 m

Šířka pojížděného prstence: 1,5 m

Šířka okružního jízdního pásu: 8 m

Šířky vjezdových větví mezi obrubami: 5 m, 6 m (vjezd směrem od obce Biskupice)

Šířka výjezdových větví mezi obrubami: 6 m

Dané parametry jsem zvolila po ověření nejlepší možné průjezdnosti návrhového vozidla- nákladního vozidla s návěsem délky 16,5 m s návrhovou rychlostí průjezdu 10 km/hod.

Při návrhu jsem se pokusila zachovat přibližně stejný tvar komunikací, především kvůli nemožnosti posunout vedlejší komunikaci kvůli železničnímu přejezdu. Celou křižovatku jsem odsunula od původního stavu o 15 metrů na jih a průsečík os obou komunikací jsem odsunula o 14 metrů západně. Tím se vedlejší komunikace částečně narovнала a vznikly vhodnější manévrovací podmínky pro těžkou dopravu. V každém rameni je osazen směrový ostrůvek o rozměrech odpovídajících podmínkám na daném rameni, z toho na ostrůvku na rameni A (směr Luhačovice) jsem vytvořila dělený přechod pro chodce pro bezpečné překonání komunikace na autobusovou zastávku. Zastávky navrhuji jako součást komplexnějšího řešení dané křižovatky, z tohoto důvodu je zde zachována jejich poloha poblíž křižovatky. Jsou vytvořeny jako zálivové, s vybudovanými chodníky

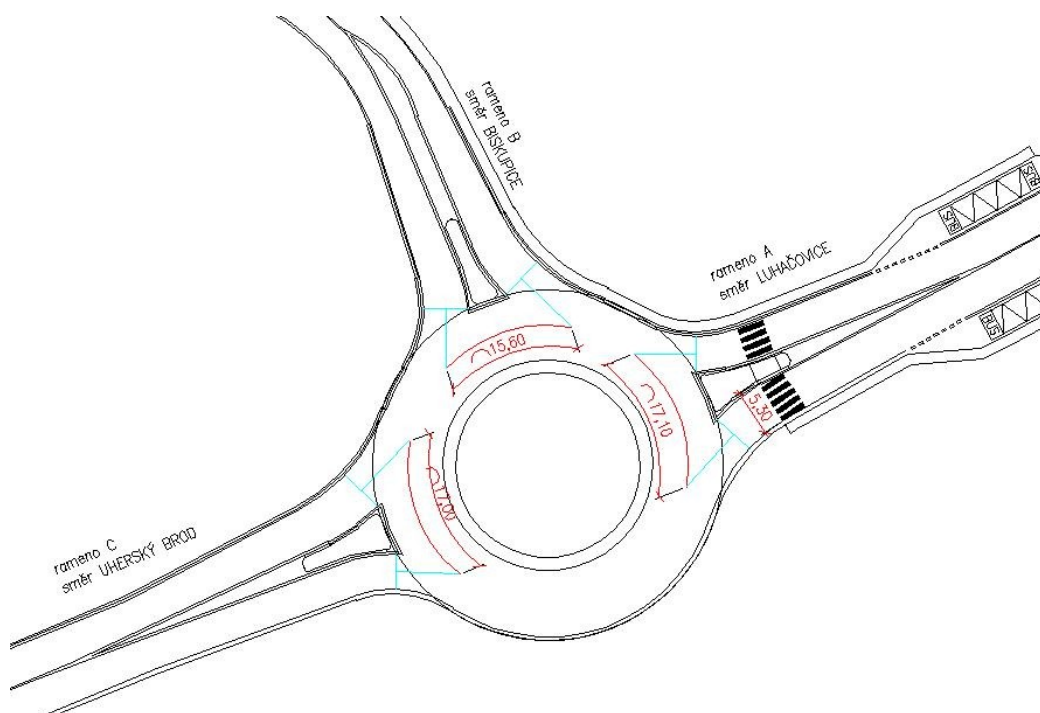
umožňujícím bezpečný přístup chodcům. V přímém sousedství chodníku s okružní křižovatkou budou na chodníku postavena ochranná zábradelní svodidla.

3.2.2 Kapacitní výpočty

Křižovatka se nachází mimo obec, proto je nutné kapacitní posouzení provést pro hodnoty padesátirázové hodinové intenzity (viz tab. č. 2.7). Tyto hodnoty jsem dále přepočítala na výhledovou intenzitu pro rok 2031 (viz tab. č. 2.8, 2.9). Zde je přepočet jednotlivých intenzit pro rok 2011 a 2031 na jednotková vozidla:

Tab. č. 3.2 –Přepočtená jednotková vozidla [pvoz/hod]

| Rameno | $I_{k,2011}$ | $I_{k,2031}$ |
|--------|--------------|--------------|
| A | 412 | 531 |
| B | 390 | 509 |
| C | 428 | 547 |



Obr. č. 3.1- Schéma okružní křižovatky

Posouzení kapacity vjezdu

Jedná se o křižovátku s jedním jízdním pruhem na vjezdech, výjezdech i okružním pásu. Další geometrické údaje:

D= 40 m vzdálenost mezi kolizními body b: $b_A = 17,10 \text{ m}$

$$R_{\text{vjezdu}} = 11,5 \text{ m} \qquad b_B = 15,60 \text{ m}$$

$$R_{\text{výjezdu}} = 19,5 \text{ m} \qquad b_C = 17,00 \text{ m}$$

délka přechodu na výjezdu: $d_p = 5,30 \text{ m}$

Podle TP 234 [10] určím hodnoty potřebné pro výpočet:

pro b=17,00 m $t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b = 5,6 - 0,1 \cdot 17 = \mathbf{3,89 \text{ s}}$ /24/

pro $R_{\text{vjezdu}} = 11,5 \text{ m}$ $t_f = 3,6 - 0,0625 \cdot R_{\text{vjezdu}} = 3,6 - 0,0625 \cdot 11,5 = \mathbf{2,88 \text{ s}}$ /25/

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

$$n_{i,koef} = 1,0$$

Tyto hodnoty dosadím do vzorce z TP 234 [10] a vypočtu kapacitu vjezdu na rameni A. Ostatní vjezdy jsou vypočteny analogicky.

$$C_i = 3600 \cdot (1 - \frac{\Delta \cdot I_k}{n_k \cdot 3600})^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_k}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta)} [\text{pvoz/hod}] \quad /26/$$

$$C_{i,A,2011} = 3600 \cdot (1 - \frac{2,1 \cdot 412}{1.3600})^1 \cdot \frac{1}{2,88} \cdot e^{-\frac{412}{3600} \cdot (3,89 - \frac{2,88}{2} - 2,1)} = 912 \text{ pvoz/hod}$$

$$C_{i,A,2031} = 3600 \cdot (1 - \frac{2,1 \cdot 531}{1.3600})^1 \cdot \frac{1}{2,88} \cdot e^{-\frac{531}{3600} \cdot (3,89 - \frac{2,88}{2} - 2,1)} = 819 \text{ pvoz/hod}$$

Obdobně jako u výpočtu kapacity u neřízené úrovněové křižovatky vypočtu také rezervu kapacity, střední dobu zdržení a délku fronty. Pomocí těchto údajů poté okružní křižovatku posoudím podle ÚKD (podrobnosti výpočtu viz str. 32 – 33).

Tab. č. 3.3 – Výpočet ÚKD pro OK pro rok 2011 (2031)

| rameno | kapacita vjezdu [pvoz/hod] | rezerva kapacity Rez [pvoz/hod] | Střední doba zdržení tw [s] | ÚKD |
|--------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------|
| A | 912 (819) | 500 (288) | 7 (11) | A (B) |
| B | 930 (836) | 540 (327) | 6 (10) | A (B) |
| C | 900 (807) | 472 (260) | 8 (14) | A (B) |

Tab. č. 3.4 – Délka fronty pro OK

| rameno | délka fronty 2011 [m] | délka fronty 2031 [m] |
|--------|--------------------------|--------------------------|
| A | 14,59 | 32,22 |
| B | 12,93 | 27,39 |
| C | 16,42 | 36,53 |

Posouzení kapacity výjezdu

Základní kapacita výjezdu se určí pomocí vzorce podle TP 234 [10]:

$$C_e = \frac{3600 \cdot n_{e,koef}}{t_f} \text{ [voz/hod]} \quad /27/$$

$$n_{e,koef} = 1,0$$

$$\text{pro } R_{\text{výjezdu}} = 19,5 \text{ m} \quad t_f = 3,6 - 0,04 \cdot R_{\text{výjezdu}} = 3,6 - 0,04 \cdot 19,5 = 2,82 \text{ s} \quad /28/$$

$$C_{e,A,B,C,2011,2031} = \frac{3600 \cdot 1}{2,82} = 1277 \text{ voz/hod}$$

Vliv chodců na výjezdu ramene A není uvažován, jelikož nejsou splněny podmínky pro nutnost použít jiný postup zohledňující jejich pohyb podle TP 234 [10].

Kapacita výjezdu se posuzuje podle stupně vytížení a_v (způsob výpočtu uveden dříve). Pokud platí nerovnost $a_v < 0,9$, výjezd kapacitně vyhovuje, což nastalo u všech výjezdů v roce 2011 i 2031 (viz tab. č. 3.4).

Tab. č. 3.5 –Stupeň vytižení pro jednotlivá ramena a roky

| Rameno | $a_{v,2011}$ | $a_{v,2031}$ |
|--------|--------------|--------------|
| A | 0,32 | 0,42 |
| B | 0,31 | 0,4 |
| C | 0,34 | 0,43 |

3.2.3 Orientační propočet nákladů

Propočet pro variantu řešení křižovatky komplexně, tedy její celkovou přestavbu, zahrnuje hrubé náklady na odstranění staré křižovatky a vybudování nové. Náklady zde uvedené z větší části pokrývají celou problematiku přestavby, pro orientační představu jsem uvažovala s variantou zachování zastávek na původním místě a jejich přestavbou na bezpečnější. Celkový propočet řešení křižovatky je téměř 54 mil. Kč.

Oba rozpočty byly vytvořeny na základě tabulek expertních cen pro rok 2011 vytvořených ŘSD [11].

Tab. č. 3.6 –Hrubý odhad nákladů pro vybudování OK (podle [11])

| položka | popis | MJ | Kč/MJ | počet MJ | Cena |
|---------|---|----------------|--------|----------|------------|
| 113138 | odstranění krytu vozovek a chodníků s asf. pojivem, odvoz do 20 km | m ³ | 843 | 480 | 404 600 |
| 113338 | odstranění podkladu vozovek a chodníků s asf. pojivem, odvoz do 20 km | m ³ | 671 | 2 000 | 1 342 000 |
| - | ODHAD- odstranění mostu | m ³ | 8 000 | 1 180 | 9 440 000 |
| - | ODHAD- vybudování nového mostu | m ³ | 13 000 | 1 700 | 22 100 000 |
| 911214 | ocel. mostní zábradlí žárově stříkané kovem | m | 4 770 | 64 | 305 300 |
| 18215 | úprava povrchů srovnáním území v tl. do 0,5 m | m ² | 40 | 6 680 | 267 200 |
| 18110 | úprava pláně se zhutněním v hornině tř. 1- 4 | m ² | 13 | 6 560 | 85 300 |
| 56343 | vozovkové vrstvy ze štěrkopísku tl. do 150 mm | m ² | 88 | 5 916 | 520 600 |
| 56314 | vozovkové vrstvy z mechanicky zpevněného kameniva tl. do 200 mm | m ² | 205 | 5 916 | 1 212 800 |
| 581102 | cementobetonový kryt nevyztužený tř. I | m ³ | 3 010 | 5 847 | 17 600 000 |
| 56342 | vozovkové vrstvy ze štěrkopísku tl. do 100 mm (chodník) | m ² | 59 | 296 | 17 500 |
| 57461 | obalované kamenivo tl. do 50 mm (chodník) | m ² | 184 | 296 | 54 500 |
| 574132 | asfaltový beton tř. II tl. 40 mm (chodník) | m ² | 146 | 296 | 43 200 |
| 574135 | asfaltový beton tř. II MODIFIKOVANÝ tl. 40 mm (chodník) | m ² | 154 | 296 | 45 600 |
| 58221 | dlážděné kryty z drobných kostek do lože z kameniva (prstenec) | m ² | 988 | 107 | 105 700 |
| 91722 | chodníkové obruby z betonových obrubníků | m | 343 | 535 | 183 500 |
| - | ODHAD- vegetační úpravy včetně zemních prací | m ² | 160 | 730 | 116 800 |
| 915111 | vodorovné dopravní značení barvou hladké- dodávka a pokládka | m ² | 117 | 483 | 56 500 |
| 91228 | směrové sloupky z plast. hmot včetně odrazného pásu | ks | 343 | 30 | 10 300 |
| 348324 | zábradlí a zábradelní zídky ze ŽB do C25/30 (B30) | m ³ | 7 700 | 3 | 23 100 |

celkem: 53 934 500 Kč

4. ZÁVĚR

Celkový stav křižovatky je stále na udržitelné úrovni. Nicméně podle mých výpočtů křižovatka již do 20 let nebude kapacitně vyhovovat a v současném stavu je poměrně nebezpečná. Nejvíce ohroženou skupinou jsou chodci, kteří zde nemají potřebné vybavení- naprosto chybí chodníky, zábradlí, přechod pro chodce. Autobusy zde běžně staví na komunikaci, což bezpečnosti opravdu nepřispívá, především kvůli bezohlednosti ostatních řidičů, kteří se pokoušejí autobusy objet a přitom naprosto nevidí, co se děje před nimi. Není třeba zde opět zmiňovat nevyhovující stavební uspořádání, kdy úhly křížení komunikací (68 °) komplikují odbočování rozměrnějších vozidel ve všech směrech a vznikají přinejmenším nepříjemné situace.

Stávající stav i návrh okružní křižovatky jsem ověřovala vlečnými křivkami v programu AutoTURN 5.1 (viz přílohy 1a, 2a). Bohužel, pro projetí návrhového vozidla se stávající stav ukázal jako nevyhovující pro odbočovací pohyby.

Pro přehlednější porovnání je zde tato tabulka:

Tab. č. 3.7 – Porovnání variant

| Kritéria | stávající stav | okružní křižovatka |
|--------------------|----------------|--------------------|
| náklady | + | - |
| bezpečnost | - | + |
| ÚKD | - | + |
| kapacita | - | + |
| rychlost | + | - |
| náročnost výstavby | + | - |
| přehlednost | - | + |
| pohodlné odbočení | - | + |
| CELKEM | 3 | 5 |

V tabulce je zhruba zahrnuta většina kritérií, podle kterých by se dalo vybrat vhodné uspořádání křižovatky. Některá z nich se dají chápat dvojsmyslně:

- stávající stav má nižší náklady, ale vybudovat OK již nyní bude ekonomičtější než udržovat současný stav a poté ji kvůli nutnosti vyšší kapacity přestavovat

- rychlost vjezdu do křižovatky je u OK snížena za každé situace, při stávajícím stavu mimo špičkové hodiny se křižovatka dá rychle a pohodlně projet
- méně náročné na výstavbu je zachování stávajícího stavu, ale jak již bylo řečeno výše, vyměnit třeba část komunikace (především kryt, podloží) a do 20 let budovat vše znovu je neekonomické a náročné

Cílem této práce bylo zhodnotit situaci v dané křižovatce a podle míry závažnosti navrhnout bezpečnostní opatření. Na základě výpočtů, znalosti situace a především z bezpečnostního hlediska mi nezbývá, navzdory ekonomické a bezesporu i časové náročnosti, doporučit tuto křižovatku řešit komplexně a vybudovat zde křižovatku okružní s dodržением všech požadavků, týkajících se bezpečnosti.

Křižovatka navržená v této práci je kruhová, má vnější poloměr 20 m a poloměr středového ostrova je 10,5 m. Šířka okružního jízdního pásu je rovna 8 m, šířka pojížděného prstence je 1,5 m. Vjezdové větve mají mezi obrubami rozměr 5 m, větve od Biskupic je celkově užší, proto jsem zde navrhla šířku na vjezdu 6 m. Výjezdové větve jsou všechny shodně široké a mezi obrubami mají rozměr 6 m.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

- [1] Základní údaje Biskupice u Luhačovic [online]. Dostupný z:
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Biskupice_\(okres_Zl%C3%ADn\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Biskupice_(okres_Zl%C3%ADn))
[cit. 2012-01-30].
- [2] Základní údaje Biskupice u Luhačovic [online]. Dostupný z:
<http://www.biskupiceuluhačovic.cz/> [cit. 2012-01-30].
- [3] Mapy- katastr nemovitostí[online]. Dostupný z
<http://nahlizenidokn.cuzk.cz//> [cit. 2012-01-30].
- [4] Mapy[online]. Dostupný z: <http://maps.google.cz/> [cit. 2012-01-30].
- [5] Aplikace Google Earth[online]. Dostupný z: <http://maps.google.cz/>
[cit. 2012-01-30].
- [6] FOLPRECHT, Jan a Vladislav KŘIVDA. *Organizace a řízení dopravy I*.
Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. ISBN 80 – 248 – 1030 – 1.
- [7] TP 188. *Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek*. Liberec:
EDIP s.r.o., 2007.
- [8] TP 189. *Stanovení intenzity dopravy na pozemních komunikacích*. Liberec:
EDIP s.r.o., 2007.
- [9] TP 225. *Prognóza intenzit automobilové dopravy*. Liberec:
EDIP s.r.o., 2010.
- [10] TP 234. *Posuzování kapacity okružních křižovatek*. Liberec:
EDIP s.r.o., 2011.
- [11] OTSKP- SPK- Expertní ceny 2011 [online]. Dostupný z:
<http://www.rsd.cz/Technicke-predpisy/OTSKP-SPK> [cit. 2012-04-10].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 2.1 – Poloha křižovatky – str. 13

Obr. č. 2.2 – Poloha křižovatky vzhledem k ostatním městům – str. 14

Obr. č. 2.3 – Umístění zastávek v křižovatce – str. 15

Obr. č. 2.4 – Označení ramen křižovatky – str. 16

Obr. č. 2.5 – Pentlogram projetých vozidel v době sčítání [voz/hod] – str. 17

Obr. č. 2.6 – Popis směrů podle TP 188 [7] – str. 27

Obr. č. 2.7 – Přehled výskytu konfliktních situací za 1 hodinu – str. 36

Obr. č. 3.1 – Schéma okružní křižovatky – str. 43

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 2.1 – Celkové počty vozidel v křižovatce v době sčítání [voz/hod] – str. 17

Tab. č. 2.2 – Výpočet denní intenzity běžného pracovního dne[voz/den] – str. 18

Tab. č. 2.3 – Výpočet týdenního průměru denních intenzit[voz/den] – str. 20

Tab. č. 2.4 – Výpočet ročního průměru denních intenzit[voz/den] – str. 21

Tab. č. 2.5 – Celkový roční průměr denních intenzit na jednotlivých
ramenech – str. 22

Tab. č. 2.6a – Určení špičkové hodiny [voz/hod] – str. 22

Tab. č. 2.6b – Určení špičkové hodiny [voz/hod] – str. 23

Tab. č. 2.6c – Určení špičkové hodiny [voz/hod] – str. 23

Tab. č. 2.7 – Výpočet padesátirázové hodinové intenzity dopravy
z RPDÍ [voz/hod] – str. 25

Tab. č. 2.8 – Výpočet výhledové intenzity v roce 2031[voz/hod] – str. 26

Tab. č. 2.9 – Přehled intenzit v roce 2011 a 2031(tučně) [voz/hod] – str. 26

Tab. č. 2.10 –Rozhodující intenzity dopravních proudů v roce 2011 (2031) – str. 27

Tab. č. 2.11 –Stupně podřazenosti dopravních proudů podle TP 188 [7] – str. 27

Tab. č. 2.12 –Střední hodnoty kritických časových odstupů t_g
pro $v_{85\%} = 70$ km/hod – str. 29

Tab. č. 2.13 – Střední hodnoty následných časových odstupů t_f pro dopravní značení
„Dej přednost v jízdě!“ – str. 29

Tab. č. 2.14 –Výpočet ÚKD pro rok 2011 (2031) – str. 33

Tab. č. 2.15 –Délka fronty – str. 33

Tab. č. 2.16 –Klasifikace podle účastníků – str. 34

Tab. č. 2.17 –Klasifikace podle způsobu konfliktu – str. 35

Tab. č. 2.18 –Klasifikace podle závažnosti – str. 35

Tab. č. 2.19 – Výpočet relativní konfliktnosti – str. 37

Tab. č. 3.1 – Orientační propočet pro možné základní úpravy stávajícího stavu
(podle [11]) – str. 41

Tab. č. 3.2 – Přepočtená jednotková vozidla [pvoz/hod] – str. 43

Tab. č. 3.3 – Výpočet ÚKD pro OK pro rok 2011 (2031) – str. 45

Tab. č. 3.4 – Délka fronty pro OK – str. 45

Tab. č. 3.5 – Stupeň vytížení pro jednotlivá ramena a roky – str. 46

Tab. č. 3.6 – Hrubý odhad nákladů pro vybudování OK (podle [11]) – str. 47

Tab. č. 3.7 – Porovnání variant – str. 48

SEZNAM PŘÍLOH

1 – Dopravní průzkum

2 – Výkresová část (přiložena v zadním přidešti)

1 – Stávající stav

1a – Ověření průjezdnosti vlečnými křivkami

2 – Návrh okružní křižovatky

2a – Ověření průjezdnosti vlečnými křivkami

3 – Simulace provozu v programu PTV VISSIM (viz CD)

1. Simulace stávajícího stavu

2. Simulace okružní křižovatky

Příloha 1- Dopravní průzkum

Směr VA1- vpravo (Biskupice)

| | OS | 1 | NA+BUS | 1,5 | MOTO | 0,8 | Cyklisté | 0,5 | Celkem |
|-------|----|----|--------|------|------|-----|----------|-----|--------|
| 14:15 | 18 | 18 | 8 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 14:30 | 22 | 22 | 8 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 |
| 14:45 | 25 | 25 | 7 | 10,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35,5 |
| 15:00 | 17 | 17 | 6 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 |
| 15:15 | 32 | 32 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| 15:30 | 20 | 20 | 7 | 10,5 | 1 | 0,8 | 0 | 0 | 31,3 |
| 15:45 | 26 | 26 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 |
| 16:00 | 16 | 16 | 2 | 3 | 1 | 0,8 | 1 | 0,5 | 20,3 |

Směr VA2- rovně (Uherský Brod)

| | OS | 1 | NA+BUS | 1,5 | MOTO | 0,8 | Cyklisté | 0,5 | Celkem |
|-------|----|----|--------|------|------|-----|----------|-----|--------|
| 14:15 | 32 | 32 | 9 | 13,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45,5 |
| 14:30 | 26 | 26 | 8 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 |
| 14:45 | 40 | 40 | 11 | 16,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56,5 |
| 15:00 | 31 | 31 | 8 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 |
| 15:15 | 30 | 30 | 10 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 15:30 | 31 | 31 | 14 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 |
| 15:45 | 39 | 39 | 9 | 13,5 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 53 |
| 16:00 | 36 | 36 | 5 | 7,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43,5 |

Směr VB1- vpravo (Uherský Brod)

| | OS | 1 | NA+BUS | 1,5 | MOTO | 0,8 | Cyklisté | 0,5 | Celkem |
|-------|----|----|--------|-----|------|-----|----------|-----|--------|
| 14:15 | 26 | 26 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32,00 |
| 14:30 | 26 | 26 | 8 | 12 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 38,50 |
| 14:45 | 18 | 18 | 10 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33,00 |
| 15:00 | 30 | 30 | 6 | 9 | 1 | 0,8 | 2 | 1 | 40,80 |
| 15:15 | 24 | 24 | 6 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33,00 |
| 15:30 | 29 | 29 | 6 | 9 | 1 | 0,8 | 0 | 0 | 38,80 |
| 15:45 | 29 | 29 | 8 | 12 | 2 | 1,6 | 0 | 0 | 42,60 |
| 16:00 | 27 | 27 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33,00 |

Směr VB2- vlevo (Luhačovice)

| | OS | 1 | NA+BUS | 1,5 | MOTO | 0,8 | Cyklisté | 0,5 | Celkem |
|-------|----|----|--------|------|------|-----|----------|-----|--------|
| 14:15 | 21 | 21 | 7 | 10,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31,50 |
| 14:30 | 24 | 24 | 8 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36,00 |
| 14:45 | 27 | 27 | 5 | 7,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34,50 |
| 15:00 | 32 | 32 | 12 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50,00 |
| 15:15 | 31 | 31 | 5 | 7,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38,50 |
| 15:30 | 32 | 32 | 3 | 4,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36,50 |
| 15:45 | 29 | 29 | 3 | 4,5 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 34,00 |
| 16:00 | 30 | 30 | 3 | 4,5 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 35,00 |

Směr VC1- rovně (Luhačovice)

| | OS | 1 | NA+BUS | 1,5 | MOTO | 0,8 | Cyklisté | 0,5 | Celkem |
|-------|----|----|--------|------|------|-----|----------|-----|--------|
| 14:15 | 28 | 28 | 14 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 |
| 14:30 | 33 | 33 | 11 | 16,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49,5 |
| 14:45 | 30 | 30 | 8 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 |
| 15:00 | 28 | 28 | 8 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 15:15 | 36 | 36 | 5 | 7,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43,5 |
| 15:30 | 31 | 31 | 18 | 27 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 58,5 |
| 15:45 | 37 | 37 | 8 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 |
| 16:00 | 40 | 40 | 7 | 10,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50,5 |

Směr VC2- vlevo (Biskupice)

| | OS | 1 | NA+BUS | 1,5 | MOTO | 0,8 | Cyklisté | 0,5 | Celkem |
|-------|----|----|--------|------|------|-----|----------|-----|--------|
| 14:15 | 27 | 27 | 12 | 18 | 1 | 0,8 | 0 | 0 | 45,8 |
| 14:30 | 14 | 14 | 14 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| 14:45 | 20 | 20 | 9 | 13,5 | 1 | 0,8 | 1 | 0,5 | 34,8 |
| 15:00 | 22 | 22 | 5 | 7,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29,5 |
| 15:15 | 22 | 22 | 9 | 13,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35,5 |
| 15:30 | 20 | 20 | 5 | 7,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27,5 |
| 15:45 | 16 | 16 | 7 | 10,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26,5 |
| 16:00 | 24 | 24 | 5 | 7,5 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 32 |